

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-056690
 (43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.Cl. H04R 17/00
 A61B 8/00
 G01N 29/24

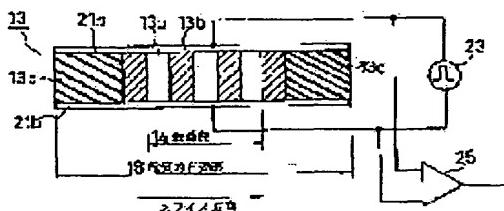
(21)Application number : 08-210147 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (22)Date of filing : 08.08.1996 (72)Inventor : TAKEUCHI TAKASHI
 YAMAZAKI SATOSHI

(54) ULTRASONIC WAVE TRANSDUCER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the ultrasonic wave transducer in which an acoustic impedance and an electric impedance of a composite piezoelectric material are reduced.

SOLUTION: In the ultrasonic wave transducer provided with a composite piezoelectric material 13 consisting of plurality of raw materials whose acoustic impedance differs from each other, electrodes 21a, 21b placed to upper and lower sides of the composite piezoelectric material, and converting an electric signal received by the composite piezoelectric material 13 via the electrodes 21a, 21b into mechanical vibration and converting the mechanical vibration into an electric signal, the composite piezoelectric material 13 has a vibration section 14 polarized corresponding to the part of the electrodes to conduct mechanical vibration and an electric effective part 18 adjusting the electric impedance of the piezoelectric component corresponding to the entire electrodes including the electric impedance of the vibration part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-56690

(43)公開日 平成10年(1998)2月24日

(51)Int.Cl.⁶
H 04 R 17/00
A 61 B 8/00
G 01 N 29/24

識別記号 330

庁内整理番号

F I
H 04 R 17/00
A 61 B 8/00
G 01 N 29/24

技術表示箇所

330 F

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全9頁)

(21)出願番号 特願平8-210147

(22)出願日 平成8年(1996)8月8日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 武内俊

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会
社東芝那須工場内

(72)発明者 山崎聰

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会
社東芝那須工場内

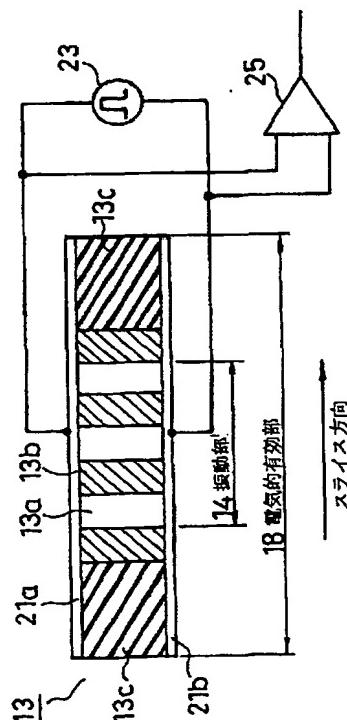
(74)代理人 弁理士 三好秀和 (外3名)

(54)【発明の名称】超音波トランスデューサ

(57)【要約】

【課題】複合圧電体の音響インピーダンス及び電気インピーダンスを小さくする超音波トランスデューサを提供する。

【解決手段】音響インピーダンスの異なる複数の素材からなる複合圧電体13と、複合圧電体の上面及び下面に設けられる電極21a, 21bとを備え、この電極を介して複合圧電体に入力された電気信号を機械的振動に変換すると共に機械的振動を電気信号に変換する超音波トランスデューサであって、前記複合圧電体は、電極の一部分に対応して分極され前記機械的振動を行う振動部14と、この振動部の電気インピーダンスを含めて電極全体に対応する圧電体部分の電気インピーダンスを調整する電気的有効部18とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 音響インピーダンスの異なる複数の素材からなる複合圧電体と、この複合圧電体の上面及び下面に設けられる電極とを備え、この電極を介して前記複合圧電体に入力された電気信号を機械的振動に変換すると共に機械的振動を電気信号に変換する超音波トランスデューサであって、

前記複合圧電体は、前記電極の一部分に対応して分極され前記機械的振動を行う振動部と、

この振動部の電気インピーダンスを含めて前記電極全体に対応する圧電体部分の電気インピーダンスを調整するインピーダンス調整部とを有することを特徴とする超音波トランスデューサ。

【請求項2】 前記インピーダンス調整部は、前記電極の一部分以外の前記機械的振動を行なわない非振動部の電気インピーダンスと前記振動部の電気インピーダンスとにより電気インピーダンスを調整することを特徴とする請求項1記載の超音波トランスデューサ。

【請求項3】 前記振動部を電源からの電圧により分極し、分極された振動部と前記非振動部との夫々を複数に切断して複数の振動子と複数の非振動子とを形成し、切断溝部に前記素材を充填することを特徴とする請求項2記載の超音波トランスデューサ。

【請求項4】 各非振動子の一方向のサイズは各振動子の一方向のサイズより大きく、各非振動子は、前記一方向に直交する方向に沿って複数併設されることを特徴とする請求項3記載の超音波トランスデューサ。

【請求項5】 前記各非振動子の一方向のサイズが各振動子の一方向のサイズの複数倍であることを特徴とする請求項4記載の超音波トランスデューサ。

【請求項6】 複数の柱状圧電体からなる前記振動部と各柱状圧電体間の溝部とを囲んで前記非振動部を配置し、前記溝部に前記素材を充填し、電源からの電圧により前記振動部を分極することを特徴とする請求項2記載の超音波トランスデューサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、超音波診断装置に接続された超音波トランスデューサに関し、特に、音響インピーダンスが低い被検査対象物に対して用いられる医療用超音波トランスデューサ、水中探査用超音波トランスデューサ等に関する。

【0002】

【従来の技術】 超音波診断装置では、超音波プローブにより超音波を被検体に送受信することによって被検体の軟部組織の断層像を得ている。

【0003】 この種の超音波プローブは、圧電セラミックスや高分子圧電体の圧電効果を利用して、加えられた電気信号に対応した超音波を被検体に送波し、また、被検体からの超音波に対応する電気信号を発生する。

【0004】 この種の超音波プローブの側面図を図12に示す。超音波プローブは、パッキング材11、圧電体12、2層の音響整合層101a、101b、音響レンズ17を備えて構成される。

【0005】 パッキング材11は、短い超音波パルスを発生させるために不要振動を吸収する。圧電体12は、圧電セラミックスなどからなる圧電振動子であり、パッキング材11の上面に積層され、電気信号を機械的振動（超音波）に変換すると共に機械的振動（超音波）を電気信号に変換する。

【0006】 2層の音響整合層101a、101bは、被検体の音響インピーダンスと圧電体12の音響インピーダンスとの整合を行なう。音響整合層101aは圧電体12の上面に積層され、音響整合層101bは音響整合層101aの上面に積層される。音響レンズ17は、シリコンゴムなどからなり、音響整合層101bに積層され、音場をよくする。

【0007】 なお、前記圧電体12の下部には電極19a、19bが設けられ、この電極19a、19bに電圧が印加され、圧電体12が機械的振動する。圧電体12は、所定間隔で切断され、図示しないが、複数の振動子片が形成されている。

【0008】 また、超音波プローブには、図示しないパルサーラ、レシーバ回路が接続される。

【0009】 このような超音波プローブは電極19a、19bに印加された電圧により超音波を発生すると共に、反射した超音波を受信して電気信号に変換して、超音波診断装置本体（図示せず）に供給する。そして、超音波診断装置本体では、超音波プローブから供給された電気信号に基づいて断層像を得る。

【0010】 このような超音波プローブ内には前記圧電体12からなる超音波トランスデューサが設けられる。この種の超音波トランスデューサとしては、例えば、医療用及び水中探査用超音波トランスデューサがあり、被検査対象物は、被検体（例えば、生体）や水中の物質などであり、音響インピーダンスが低い。

【0011】 一方、超音波トランスデューサを構成する圧電体は、電気音響変換効率が高いPZT（チタンジルコン酸鉛）などにより構成されるが、その音響インピーダンスは高い。このため、圧電体部分と被検査対象物との音響的整合が悪かった。

【0012】 この問題を解決するために、超音波トランスデューサを圧電体と樹脂とで複合化した複合圧電体により構成し、音響インピーダンスを低くすることにより音響整合をより良くさせるコンポジットトランスデューサが考えられている。

【0013】 この超音波トランスデューサとしては、例えば、図13に示すように、垂直方向に切断溝部27を形成し（例えば、振動子配列方向（アレイ方向）と振動子配列方向に直交する方向（スライス方向））、切断溝

部27に樹脂を充填する1-3型のコンポジットトランステューサが代表的である。

【0014】図14にスライス方向から見たコンポジットトランステューサを示す。図14に示すように、コンポジットトランステューサは、圧電体13aと樹脂13bとの複合圧電体と、この複合圧電体の上面及び下面に設けられた電極21a, 21bとから構成される。

【0015】このコンポジットトランステューサにおいては、前記パルサーにより機械的振動を行なう有効な振動部と、前記パルサーやレシーバ回路に接続され、電気インピーダンスに寄与する電気的有効部とが一致している。

【0016】また、前記樹脂13bなどの充填材としては、シリコンなどの音響インピーダンスの低い部材が好ましい。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、音響インピーダンスの低い部材は、比誘電率も低く、圧電体13aと複合化した際ににおける超音波トランステューサの電気インピーダンスが高くなる。

【0018】すなわち、音響インピーダンスの低い部材の体積分率を大きくして、圧電体の体積分率を小さくすれば、比誘電率は下がり、電気インピーダンスは、比誘電率の逆数に比例するので、超音波トランステューサの電気インピーダンスが高くなる。

【0019】例えば、PZTの比誘電率は2000程度であるが、シリコンの比誘電率は2程度であり、圧電体の体積分率が50%では、比誘電率は約1000、30%では約600と小さくなる。

【0020】ここで、受信信号の伝達効率は、超音波トランステューサの電気インピーダンスと受信系の電気インピーダンスとの分圧により決定されるため、超音波トランステューサの電気インピーダンスが小さくなるほど、感度が高くなる。

【0021】このため、圧電体の体積分率を小さくすることにより、圧電体と被検体との整合をとると、圧電体と受信回路系との電気的整合が悪化し、受信感度が低下してしまう問題があった。

【0022】本発明の目的は、複合圧電体の音響インピーダンスを小さくすると共に、電気インピーダンスも小さくすることのできる超音波トランステューサを提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するために以下の手段を採用した。請求項1の発明は、音響インピーダンスの異なる複数の素材からなる複合圧電体と、この複合圧電体の上面及び下面に設けられる電極とを備え、この電極を介して前記複合圧電体に入力された電気信号を機械的振動に変換すると共に機械的振動を電気信号に変換する超音波トランステューサであ

って、前記複合圧電体は、前記電極の一部分に対応して分極され前記機械的振動を行う振動部と、この振動部の電気インピーダンスを含めて前記電極全体に対応する圧電体部分の電気インピーダンスを調整するインピーダンス調整部とを有することを要旨とする。

【0024】この発明によれば、振動部は、前記電極の一部分に対応して分極され前記機械的振動を行い、インピーダンス調整部は、振動部の電気インピーダンスを含めて前記電極全体に対応する圧電体部分の電気インピーダンスを調整するので、電気インピーダンスを小さくすることができる。また、音響インピーダンスに対しては、振動部のみが寄与するので、従来のように、音響インピーダンスは複合圧電体の体積分率により小さくすることができる。

【0025】請求項2の発明において、前記インピーダンス調整部は前記電極の一部分以外の前記機械的振動を行なわない非振動部の電気インピーダンスと前記振動部の電気インピーダンスとにより電気インピーダンスを調整することを要旨とする。

【0026】この発明によれば、インピーダンス調整部は前記電極の一部分以外の前記機械的振動を行なわない非振動部の電気インピーダンスと前記振動部の電気インピーダンスとにより電気インピーダンスを調整するので、電気インピーダンスを小さくすることができる。

【0027】例えば、振動部と非振動部とを電極に対して並列接続すれば、電気インピーダンスは振動部の比誘電率と非振動部の比誘電率との総和の逆数となるので、このときの電気インピーダンスは振動部のみで構成される電気インピーダンスよりも小さくなる。

【0028】請求項3の発明は、前記振動部を電源からの電圧により分極し、分極された振動部と前記非振動部との夫々を複数に切断して複数の振動子と複数の非振動子とを形成し、切断溝部に前記素材を充填することを要旨とする。

【0029】この発明によれば、振動部を電源からの電圧により分極し、分極された振動部と前記非振動部との夫々を複数に切断して複数の振動子と複数の非振動子とを形成し、切断溝部に前記素材を充填することで、前記複合圧電体を形成することができる。

【0030】請求項4の発明において、各非振動子の一方向のサイズは各振動子の一方向のサイズよりも大きく、各非振動子は、前記一方向に直交する方向に沿って複数併設されることを要旨とする。

【0031】この発明によれば、各非振動子の一方向のサイズを各振動子の一方向のサイズよりも大きく、各非振動子を、前記一方向に直交する方向に沿って複数併設することで、各非振動子により電気インピーダンスが低下する。

【0032】請求項5の発明において、各非振動子の一方向のサイズが各振動子の一方向のサイズの複数倍であ

ることを要旨とする。

【0033】この発明によれば、各非振動子の一方のサイズを各振動子の一方のサイズの複数倍とすれば、非振動子の体積分率が大きくなるから、さらに、電気インピーダンスを低下させることができる。

【0034】請求項6の発明は、複数の柱状圧電体からなる前記振動部と各柱状圧電体間の溝部とを囲んで前記非振動部を配置し、前記溝部に前記素材を充填し、電源からの電圧により前記振動部を分極することを要旨とする。

【0035】この発明によれば、複数の柱状圧電体からなる前記振動部と各柱状圧電体間の溝部とを囲んで前記非振動部を配置し、前記溝部に前記素材を充填し、電源からの電圧により前記振動部を分極することで、前記複合圧電体が形成されると共に、非振動部の体積分率が大きくなるから、さらに、電気インピーダンスを低下させることができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の超音波トランスデューサを図面を参照して説明する。

【0037】<実施の形態1>図1に本発明の実施の形態1の複合圧電体の外観図を示す。図2に実施の形態1の超音波プローブをスライス方向から見た図を示す。図3に超音波トランスデューサをスライス方向より見た図を示す。

【0038】図2に示す超音波プローブは、基材としてのパッキング材11、複合圧電体13、2層の音響整合層15a、15b、音響レンズ17を備えて構成される。

【0039】パッキング材11は、短い超音波パルスを発生させるために不要振動を吸収する。複合圧電体13は、パッキング材11の上面に積層され、電気信号を機械的振動（超音波）に変換すると共に機械的振動（超音波）を電気信号に変換するもので、圧電セラミックスなどからなる圧電振動子を含む。

【0040】2層の音響整合層15a、15bは、被検体の音響インピーダンスと複合圧電体13の音響インピーダンスとの整合を行なう。音響整合層15aは、複合圧電体13の上面に積層され、音響整合層15bは、音響整合層15aの上面に積層される。音響レンズ17は、音響整合層15bに積層され、音場をよくするためにシリコンゴムなどからなる。

【0041】図3に示す超音波トランスデューサは、図1に示す複合圧電体13と、この複合圧電体13の上面及び下面に設けられる電極21a、21bとからなる。

【0042】複合圧電体13の中央部付近には、圧電体13aと樹脂13bとを交互に配置した振動部14が設けられ、かつ、複合圧電体13の両端部付近には、非振動部13cが設けられる。樹脂13bは、例えばシリコン樹脂などからなる。

【0043】すなわち、電気的一素子のスライス方向の中央部付近に1-3型構造の有効な振動部14を配置し、電気的一素子のスライス方向の外側に2-2型構造の非振動部13cを配置したものである。

【0044】ここで、1-3型構造とは、振動部14をアレイ方向及びスライス方向に分割したものである。2-2型構造とは、アレイ方向のみに非振動部13cを分割したものである。

【0045】前記振動部14は、上面及び下面の電極21a、21bに接触して設けられ、分極されており、前記機械的振動を行う部分である。前記非振動部13cは、上面及び下面の電極21a、21bに接触して設けられ、未分極であり、前記機械的振動を行なわない部分である。

【0046】前記振動部14及び前記非振動部13cからなる電気的有効部18は、電極21a、21bを含む電気的有効部分の電気インピーダンスを調整するインピーダンス調整部を構成する。

【0047】また、電極21a、21bには電気信号を複合圧電体13に供給するためのパルサー23が電気的に接続されており、また、電極21a、21bには複合圧電体13からの電気信号を增幅するための受信系の信号増幅器25が電気的に接続されている。

【0048】次に、実施の形態1の超音波トランスデューサの製造方法を図4を参照して説明する。

【0049】まず、図4(a)に示すように、PZTなどの圧電体の内の有効な振動部14に電源22から電圧を印加し、その振動部14のみを分極する。

【0050】次に、図4(b)に示すように、スライス方向に沿って、dice-fill法によって、図示しない切断機を用いて有効な振動部14のみを複数に切断する。また、アレイ方向に沿って、dice-fill法によって、図示しない切断機を用いて有効な振動部14及び非振動部13cを複数に切断することにより、複数の振動子（圧電体13a）と複数の非振動子とが形成される。

【0051】そして、図4(b)に示す切断溝部27に樹脂13bを充填すると、図1に示すように、1-3型のコンポジットの有効な振動部14と、2-2型のコンポジットの非振動部13cとが形成される。

【0052】この場合、各非振動子のスライス方向のサイズは、各振動子のスライス方向のサイズの約3倍程度であり、各非振動子は、アレイ方向に沿って複数併設されている。

【0053】その後、図4(b)に示すように、信号用の電極21a、21bを振動部14及び非振動部13cの全面に付加する。

【0054】以上のように構成された実施の形態1の超音波トランスデューサにおいて、複合圧電体13は、電極21a、21bを介してパルサー23及び信号増幅器

25に接続される。

【0055】振動部14と非振動部13cとは、上面及び下面の電極21a, 21bに接触して設けられているので、電気的有効部18は、振動部14と非振動部13cとの並列から構成されるから、電気的有効部18の電気インピーダンスは振動部14の比誘電率と非振動部13cの比誘電率との総和の逆数となる。

【0056】すなわち、このときの電気インピーダンスは、振動部14のみで構成される電気インピーダンスよりも小さくなる。

【0057】また、音響インピーダンスに対しては、分極されており機械的振動を行う振動部14のみが寄与するので、従来のように、音響インピーダンスは複合圧電体の体積分率により小さくすることができる。

【0058】例えば、圧電体13aがPZTで比誘電率 ϵ を2000とし、充填材である樹脂13bがシリコン樹脂で比誘電率 ϵ を2とし、圧電体の体積分率を30%として考える。従来では、比誘電率は、約600となり、電気インピーダンスが高くなる。

【0059】本発明の実施の形態1においては、有効な振動部14を10mmとし、非振動部13cを4mmとすると、比誘電率が約1000となる。このため、電気インピーダンスが小さくなるから、電気インピーダンスを約70%改善することができる。

【0060】<実施の形態2>次に、本発明の超音波トランスデューサの実施の形態2を説明する。図5に本発明の実施の形態2の複合圧電体の外観図を示す。図6に実施の形態2の超音波トランスデューサをアレイ方向より見た図を示す。

【0061】図6に示す超音波トランスデューサは、アレイ方向より見たものであり、図3に示す実施の形態1の超音波トランスデューサをスライス方向から見たものと構成が全く同じであるので、その詳細は省略する。

【0062】すなわち、電気的一素子のアレイ方向の中央部付近に1-3型構造の有効な振動部14を配置し、電気的一素子のアレイ方向の外側に2-2型構造の非振動部13cを配置したものである。

【0063】次に、実施の形態2の超音波トランスデューサの製造方法を図7を参照して説明する。

【0064】まず、PZTなどの圧電体の内の有効な振動部14に電源22から電圧を印加し、その振動部14のみを分極する。

【0065】次に、図7に示すように、アレイ方向に沿って、dice-fill法によって、図示しない切断機を用いて有効な振動部14のみを複数に切断する。また、スライス方向に沿って、dice-fill法によって、図示しない切断機を用いて有効な振動部14及び非振動部13cを複数に切断することにより、複数の振動子と複数の非振動子とが形成される。

【0066】そして、図7に示す切断溝部27に樹脂13bを充填すると、図5に示すように、1-3型のコンポジットの有効な振動部14と2-2型のコンポジットの非振動部13c, 13dとが形成される。

3bを充填すると、図5に示すように、1-3型のコンポジットの有効な振動部14と、2-2型のコンポジットの非振動部13cとが形成される。

【0067】この場合、各非振動子のアレイ方向のサイズは各振動子のアレイ方向のサイズの複数倍であり、各非振動子は、スライス方向に沿って複数併設される。

【0068】その後、図7に示すように、信号用の電極21a, 21bを振動部14及び非振動部13cの全面に付加する。

【0069】以上のように構成された実施の形態2の超音波トランスデューサにおいても、実施の形態1の超音波トランスデューサと同様に、電気インピーダンス及び音響インピーダンスは小さくなる。

【0070】<実施の形態3>次に、本発明の超音波トランスデューサの実施の形態3を説明する。図8に本発明の実施の形態3の複合圧電体の外観図を示す。図9に実施の形態3の超音波トランスデューサの製造方法を説明する図を示す。

【0071】図9に示す超音波トランスデューサは、電気的一素子の中央部付近には1-3型構造の有効な振動部14を配置し、外側へ2-2型構造の非振動部13c, 13dを配置したものである。

【0072】非振動部13cはアレイ方向に沿って複数併設されると共に、スライス方向に沿って複数併設される。また、非振動部13dは、超音波トランスデューサの端部に設けられ、非振動部13dのアレイ方向及びスライス方向のサイズは、非振動部13cの長手方向のサイズと同一サイズである。

【0073】次に、実施の形態3の超音波トランスデューサの製造方法を図9を参照して説明する。

【0074】まず、PZTなどの圧電体の内の有効な振動部14に電源22から電圧を印加し、その振動部14のみを分極する。

【0075】次に、図9に示すように、スライス方向の両端の非振動部を残して、スライス方向に沿って、dice-fill法によって、図示しない切断機を用いて振動部14及び非振動部13cを複数に切断する。

【0076】また、アレイ方向の両端の非振動部を残して、アレイ方向に沿って、dice-fill法によって、図示しない切断機を用いて有効な振動部14及び非振動部13cを複数に切断することにより、複数の振動子と複数の非振動子とが形成される。

【0077】そして、図9に示す切断溝部27に樹脂13bを充填すると、図8に示すように、1-3型のコンポジットの有効な振動部14と2-2型のコンポジットの非振動部13c, 13dとが形成される。

【0078】その後、図9に示すように、信号用の電極21a, 21bを振動部14及び非振動部13c, 13dの全面に付加する。

【0079】以上のように構成された実施の形態3の超

音波トランスデューサにおいても、実施の形態1の超音波トランスデューサと同様に、電気インピーダンス及び音響インピーダンスは小さくなる。この場合、非振動部13c, 13dの体積分率が大きくなるので、さらに、電気インピーダンスを小さくすることができる。

【0080】<実施の形態4>次に、本発明の超音波トランスデューサの実施の形態4を説明する。図10に本発明の実施の形態4の複合圧電体の外観図を示す。図11に実施の形態4の超音波トランスデューサの製造方法を説明する図を示す。

【0081】図11に示す超音波トランスデューサは、実施の形態3と同様に、電気的一素子の中央部付近には1-3型構造の有効な振動部14を配置し、外側へ2-2型構造の非振動部13eを配置したものである。

【0082】なお、非振動部13eは、振動部14を囲んで配置され、分割されておらず、板状の圧電体材料である。

【0083】次に、実施の形態4の超音波トランスデューサの製造方法を図11を参照して説明する。

【0084】まず、射出方法により、有効な振動部14のみを柱状圧電体ロッドとし、溝部27を隔てて、非振動部13eを形成する。その後に、溝部27に樹脂13bを充填し、有効な振動部14のみを分極する。その後、信号用の電極21a, 21bを振動部14及び非振動部13eの全面に附加する。

【0085】以上のように構成された実施の形態4の超音波トランスデューサにおいても、実施の形態3の超音波トランスデューサと同様に、電気インピーダンス及び音響インピーダンスは小さくなる。この場合、非振動部13eの体積分率が実施の形態3の体積分率よりも大きくなるので、さらに、電気インピーダンスを小さくすることができる。

【0086】

【発明の効果】本発明によれば、振動部は、電極の一部分に対応して分極され機械的振動を行い、インピーダンス調整部は、振動部の電気インピーダンスを含めて電極全体に対応する圧電体部分の電気インピーダンスを調整するので、電気インピーダンスを小さくすることができる。また、音響インピーダンスに対しては、振動部のみが寄与するので、従来のように、音響インピーダンスは複合圧電体の体積分率により小さくすることができる。

【0087】また、インピーダンス調整部は電極の一部分以外の前記機械的振動を行なわない非振動部の電気インピーダンスと前記振動部の電気インピーダンスとにより電気インピーダンスを調整するので、電気インピーダンスを小さくすることができる。

【0088】例えば、振動部と非振動部とを電極に対して並列接続すれば、電気インピーダンスは振動部の比誘電率と非振動部の比誘電率との総和の逆数となるので、このときの電気インピーダンスは振動部のみで構成され

る電気インピーダンスよりも小さくなる。

【0089】また、振動部を電源からの電圧により分極し、分極された振動部と非振動部との夫々を複数に切断して複数の振動子と複数の非振動子とを形成し、切断溝部に素材を充填することで、複合圧電体を形成することができる。

【0090】また、各非振動子の一方向のサイズを各振動子の一方向のサイズよりも大きく、各非振動子を、一方向に直交する方向に沿って複数併設することで、各非振動子により電気インピーダンスが低下する。

【0091】また、各非振動子の一方向のサイズを各振動子の一方向のサイズの複数倍とすれば、非振動子の体積分率が大きくなるから、さらに、電気インピーダンスを低下させることができる。

【0092】また、複数の柱状圧電体からなる前記振動部と各柱状圧電体間の溝部とを囲んで非振動部を配置し、溝部に素材を充填し、電源からの電圧により振動部を分極することで、複合圧電体が形成されると共に、非振動部の体積分率が大きくなるから、さらに、電気インピーダンスを低下させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の複合圧電体の外観図である。

【図2】実施の形態1の超音波プローブをスライス方向から見た図である。

【図3】実施の形態1の超音波トランスデューサをスライス方向より見た図である。

【図4】実施の形態1の超音波トランスデューサの製造方法を説明する図である。

【図5】本発明の実施の形態2の複合圧電体の外観図である。

【図6】実施の形態2の超音波トランスデューサをアレイ方向より見た図である。

【図7】実施の形態2の超音波トランスデューサの製造方法を説明する図である。

【図8】本発明の実施の形態3の複合圧電体の外観図である。

【図9】実施の形態3の超音波トランスデューサの製造方法を説明する図である。

【図10】本発明の実施の形態4の複合圧電体の外観図である。

【図11】実施の形態4の超音波トランスデューサの製造方法を説明する図である。

【図12】従来の超音波プローブをスライス方向から見た図である。

【図13】従来の1-3型超音波トランスデューサの外観図である。

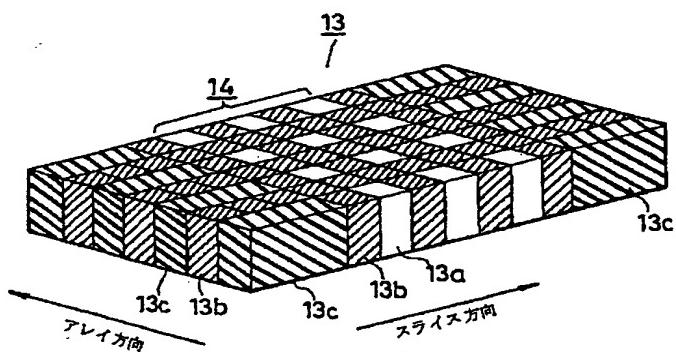
【図14】図13に示す超音波トランスデューサのスライス方向から見た図である。

【符号の説明】

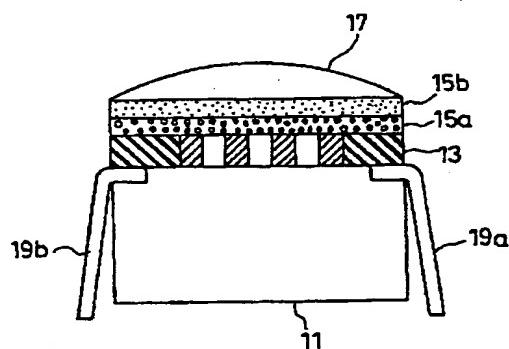
1.1 パッキング材
1.3 複合圧電体
1.2, 1.3a 圧電体
1.3b 樹脂
1.3c, 1.3d, 1.3e 非振動部
1.4 振動部
1.5a～1.5d 音響整合層
1.7 音響レンズ

1.8 電気的有効部
1.9a, 1.9b 電極
2.1a, 2.1b 電極
2.2 電源
2.3 パルサー
2.5 信号増幅器
2.7 切断溝部

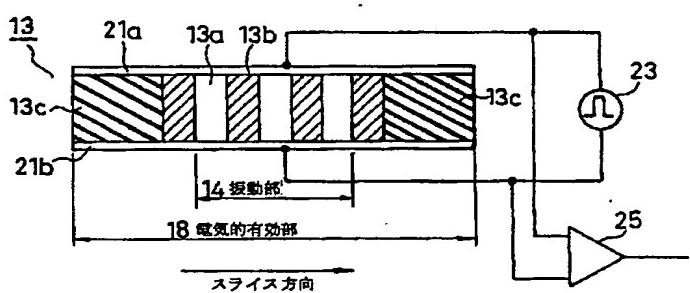
【図1】



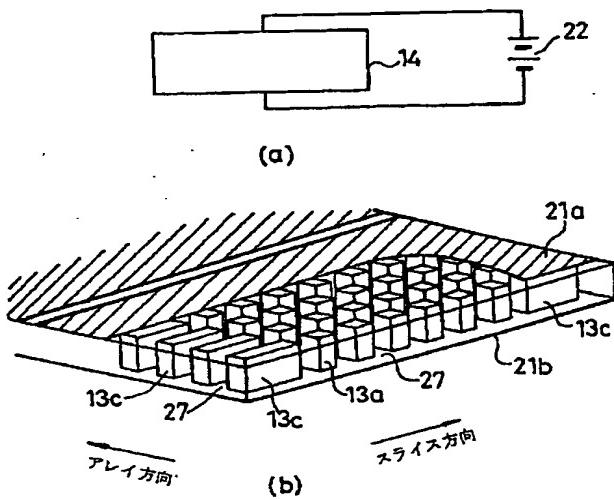
【図2】



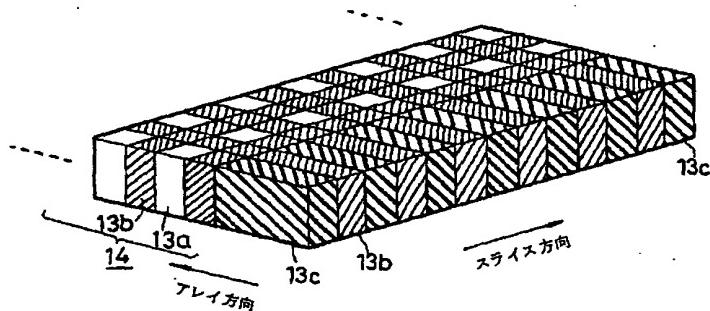
【図3】



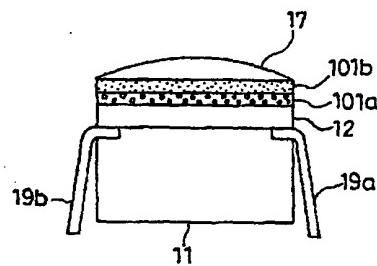
【図4】



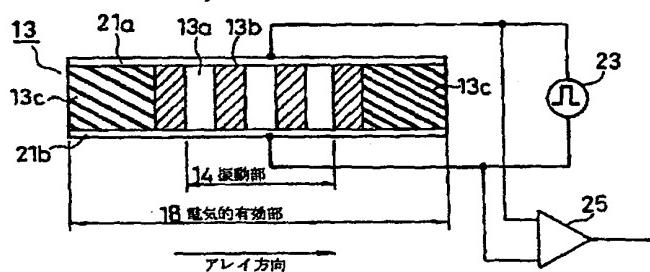
【図5】



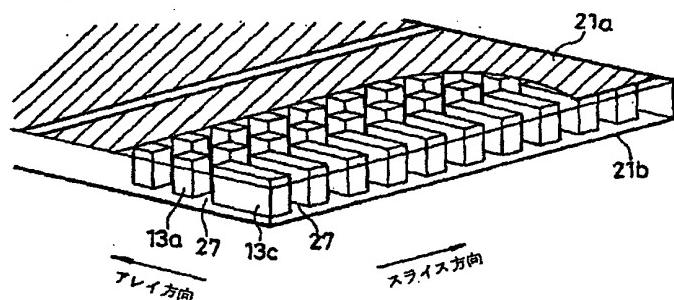
【図12】



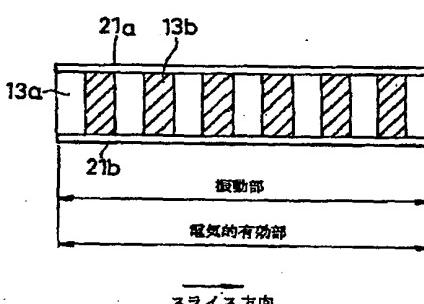
【図6】



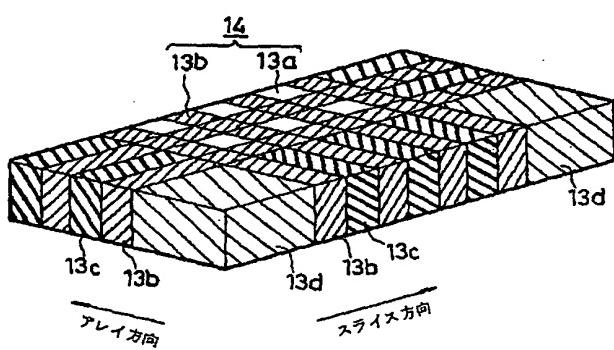
【図7】



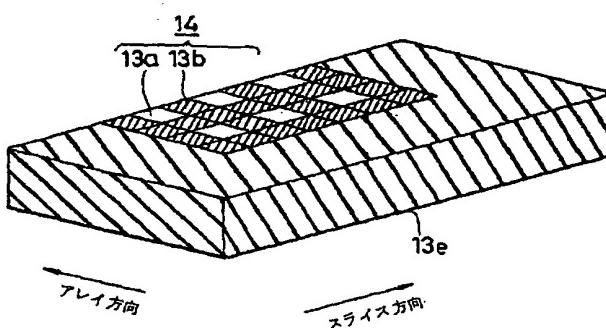
【図14】



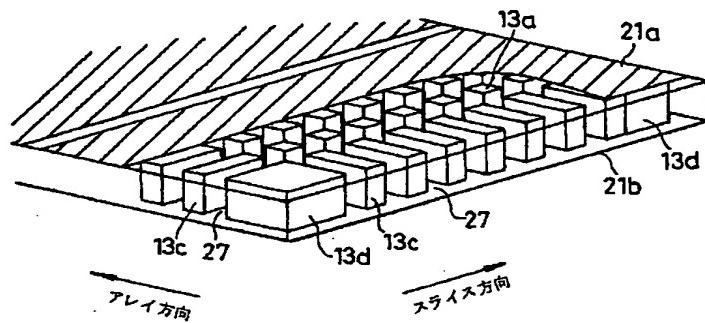
【図8】



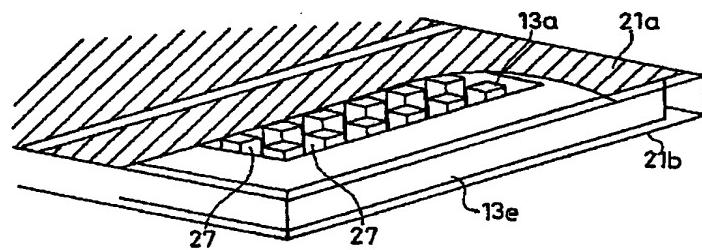
【図10】



【図9】



【図11】



【図13】

